

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-065458

(43)Date of publication of application : 16.03.2001

(51)Int.Cl.

F04B 39/00
F04C 29/00
F16C 33/20
F16C 33/24
// F04C 18/02

(21)Application number : 11-238048

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 25.08.1999

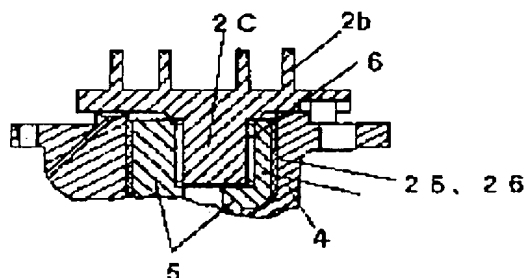
(72)Inventor : NISHIWAKI FUMITOSHI
FUNAKURA SHOZO
MATSUO MITSU HARU
OKAZA NORIHO

(54) COMPRESSOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce sliding loss of a journal bearing part under a sliding atmosphere of HFCs refrigerant or natural refrigerant by setting a Sommerfeld value showing a bearing characteristic of the journal bearing part for supporting a main shaft to a specified value.

SOLUTION: In a journal bearing 25 for supporting a main shaft 5, a carbon bush material 26 is shrinkage-fitted and fixed to a bearing parts 4, the carbon bush material 26 is finished in such a way that a sliding surface is ground and polished after metallic element such as Pb, Sb, Sn, and Cu is impregnated into a carbon raw material which is molded in a ring shape and which is sintered. The journal bearing 25 is formed as a specification of a bearing in such constitution that the diameter is set to 33 mm, width is set to 15.8 mm, and clearance ratio is set to 0.002. Accordingly, Sommerfeld value of the journal bearing 25 in various kinds of operating conditions of a scroll compressor is set to $S > 0.04$.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

24.09.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the
examiner's decision of rejection or application
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of
rejection][Date of requesting appeal against examiner's decision
of rejection]

BEST AVAILABLE COPY

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-65458

(P2001-65458A)

(43) 公開日 平成13年3月16日 (2001.3.16)

(51) Int.Cl.⁷
F 0 4 B 39/00
F 0 4 C 29/00
F 1 6 C 33/20
33/24
// F 0 4 C 18/02

識別記号
1 0 3
3 1 1

F I
F 0 4 B 39/00
F 0 4 C 29/00
F 1 6 C 33/20
33/24
F 0 4 C 18/02

テ-マコ-ト (参考)
1 0 3 Q 3 H 0 0 3
H 3 H 0 2 9
Z 3 H 0 3 9
Z 3 J 0 1 1
3 1 1 M

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平11-238048

(22) 出願日 平成11年8月25日 (1999.8.25)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 西脇 文俊

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72) 発明者 船倉 正三

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(74) 代理人 100097445

弁理士 岩橋 文雄 (外 2 名)

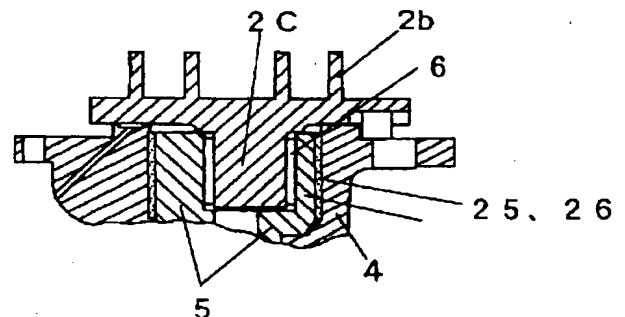
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 圧縮機

(57) 【要約】

【課題】 塩素を含まず耐摩耗特性の乏しいHFCs冷媒あるいは自然冷媒などを用いても、圧縮機のジャーナル軸受部での直接接触による摩耗などの表面損傷を起こすことなく摺動損失を低減させることが可能となり、効率および信頼性が高い圧縮機を提供する。

【解決手段】 圧縮機用ジャーナル軸受部のジャーナル軸受両端部の剛性を低下させるとともに、ジャーナル軸受部の軸受特性を表わすゾンマーフェルト値SをS>0.04とする。



5 : 主軸
25 : ジャーナル軸受
26 : カーボンブッシュ材

【特許請求の範囲】

【請求項1】 密閉容器の内部に圧縮機構部と、前記圧縮機構部を駆動する主軸と、前記主軸を支えるジャーナル軸受部と、前記主軸に取り付けた回転子と前記密閉容器に取り付けた固定子を含む電動機をそれぞれ備え、前記ジャーナル軸受部の軸受特性を表わすゾンマーフェルト値 S を $S > 0.04$ としたことを特徴とする圧縮機。

【請求項2】 密閉容器の内部に圧縮機構部と、前記圧縮機構部を駆動する主軸と、前記主軸を支えるジャーナル軸受部と、前記主軸に取り付けた回転子と前記密閉容器に取り付けた固定子を含む電動機をそれぞれ備え、前記ジャーナル軸受部にカーボンブッシュ材あるいは樹脂ブッシュ材を用い、軸受端部に環状のスリットを設けたことを特徴とする圧縮機。

【請求項3】 密閉容器の内部に圧縮機構部と、前記圧縮機構部を駆動する主軸と、前記主軸を支えるジャーナル軸受部と、前記主軸に取り付けた回転子と前記密閉容器に取り付けた固定子を含む電動機をそれぞれ備え、前記ジャーナル軸受部に裏金付き樹脂複合軸受材あるいは裏金付きメタル軸受材を用い、軸受端部の裏金の板厚を軸受中央部より薄くしたことを特徴とする圧縮機。

【請求項4】 密閉容器の内部に圧縮機構部と、前記圧縮機構部を駆動する主軸と、前記主軸を支えるジャーナル軸受部と、前記ジャーナル軸受部を設置する軸受部品と、前記主軸に取り付けた回転子と前記密閉容器に取り付けた固定子を含む電動機をそれぞれ備え、前記ジャーナル軸受部にカーボンブッシュ材あるいは樹脂ブッシュ材を用い、軸受端部の前記カーボンブッシュ材あるいは樹脂ブッシュ材の板厚を軸受中央部より薄くし、軸受端部で前記ジャーナル軸受部と軸受部品の間に隙間を設けたことを特徴とする圧縮機用ジャーナル軸受。

【請求項5】 ジャーナル軸受部の軸受特性を表わすゾンマーフェルト値 S を $S > 0.04$ とした請求項2～4のいずれか一項に記載の圧縮機。

【請求項6】 作動流体としてハイドロフルオロカーボン(HFCs)冷媒を、冷凍機油としてHFCs冷媒に対する溶解度が乏しいアルキルベンゼン油もしくは鉱物油を用いた請求項1～5のいずれか一項に記載の圧縮機。

【請求項7】 作動流体としてハイドロフルオロカーボン(HFCs)冷媒を、冷凍機油としてエステル油もしくはエーテル油等のHFCs冷媒に対する相溶油を用いた請求項1～5のいずれか一項に記載の圧縮機。

【請求項8】 作動流体として炭化水素(HC)冷媒もしくは二酸化炭素冷媒(CO₂)を用いた請求項1～5のいずれか一項に記載の圧縮機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は冷凍冷蔵庫や空調機等に用いられる冷媒圧縮機のジャーナル軸受に関するも

のである。

【0002】

【従来の技術】 冷凍用の電動圧縮機としては、圧縮部がレシプロ式、ロータリー式およびスクロール式のものがあり、いずれの方式も家庭用、業務用の空調分野で使用されている。いずれの方式の圧縮機においても圧縮部を駆動する主軸の径方向の力はジャーナル軸受によって支持されている。ここでは、スクロール式の圧縮機を例に取り従来の技術を説明する。空調用に使われているスクロール圧縮機としては、特開平6-307356号公報に開示されているものが知られている。

【0003】 図7に従来のスクロール圧縮機の縦断面図を示す。密閉容器1の内部には、固定スクロール2aと固定スクロール2aに対して旋回運動する可動スクロール2bを噛み合わせた圧縮機構部2と、可動スクロール2bを支えるスラスト軸受3、スラスト軸受3を支承する軸受部品4を上部に設けている。そして、可動スクロール2bの軸2cを、主軸5の端部のクランク部5aに設けた穴部の偏心軸受6に挿入し、可動スクロール2bを主軸5の回転運動により旋回運動させる。主軸5には電動機7の回転子7aが取り付けられており、密閉容器1に焼き嵌め固定された固定子7bとともに軸受部品4の下部に配設されている。ジャーナル軸受8は軸受部品4に環状のブッシュ材を圧入することにより形成されており、主軸5に作用する径方向の力を支えている。密閉容器1の下方底部には潤滑油9を貯溜する油だめ10が設けられている。また、密閉容器1の側部には冷媒ガスの吸入管11が設けられている。そして密閉容器1の内部のスペーサー22より下側には吸入側のガス圧力が、スペーサー22より上側には圧縮側のガス圧力が作用する構成となっている。前記軸受部品4にはジャーナル軸受8、偏心軸受6、スラスト軸受3を潤滑、冷却した潤滑油9を排出する油排出口12が設けられている。主軸5には潤滑油9を各軸受部、すなわちジャーナル軸受8、偏心軸受6、スラスト軸受3へ供給する貫通穴13を設け、かつ主軸5の下端には油ガイド14を圧入または焼き嵌め固定して取り付け、潤滑油9を吸い上げるようにしている。15は固定スクロール2aの上部に設けられた吐出チャンバー、16は密閉容器1の外へ圧縮ガスを出す吐出管である。固定スクロール2aと軸受部品4とはスペーサー22をはさんでボルトで締結されている。スペーサー22は、その外周で密閉容器1に密封溶接固定されており、下方の吸入圧力部と上方の圧縮圧力部の仕切りとなっている。19は停止時に可動スクロール2bが逆転するのを防ぐための逆止弁、24は逆止弁の動きを規制する逆止弁ガイド、20は可動スクロール2bを固定スクロール2aに対して旋回運動させるための自転防止用のオルダムリング、21は圧縮機構部2へ低圧ガスを吸い込ませる軸受部品4に設けた吸入口である。

【0004】次に上記機構からなる圧縮機構の作用を説明する。低圧ガスは吸入管11より戻り、圧縮機構部2に吸入される。固定スクロール2aに対して可動スクロール2bを自転しないように巡回運動させることにより、固定スクロール2aと可動スクロール2bとの間に形成された複数の圧縮空間が外側から内側に向かって次第に縮小させられて圧縮が行われる。圧縮されたガスは高圧ガスとなり、一旦吐出チャンバー15へ入る。そして吐出管16より密閉容器1外へ吐出され、再び低圧ガスを循環させ、周知の圧縮サイクルを構成する。

【0005】一方、油ガイド14で吸い上げられた潤滑油9は、主軸5の貫通穴13の中を上昇し、偏心軸受6、スラスト軸受3、ジャーナル軸受8を潤滑、冷却して、油排出口12から固定子7b上部へ排出され、固定子7bの切り欠き部18を通して油だめ10に戻る潤滑サイクルを形成している。

【0006】従来の業務用のスクロール圧縮機では、冷媒としてハイドロクロロフルオロカーボン(HCFC22)を、冷凍機油として鉱物油を用いていた。主軸5および軸受部品4にはネズミ鋳鉄材を用い、摺動部には高周波焼入れ等の表面硬化処理を行っていた。そして、ジャーナル軸受8は軸受部品4に環状の裏金付き樹脂複合軸受材あるいは裏金付きメタル軸受材を圧入することにより形成していた。裏金付き樹脂複合軸受材は、板厚1.3〜1.8mm程度の鋼板を裏金に用い、その鋼板上面に多孔質焼結層および樹脂層を形成した軸受材である。同様に、裏金付きメタル軸受材は鋼板を裏金に用い、その鋼板上面に銅合金、アルミニウム合金、鉛基ホワイトメタル等の軸受メタル層を形成した軸受材である。

【0007】圧縮室内のガス圧力の径方向成分および慣性力等のため旋回スクロールには径方向の荷重が作用する。この荷重は、その作用する方向が主軸5の回転と同じ方向に回転し、偏心軸受6を介してジャーナル軸受8で支持される。すなわち、鋳鉄材料から成る主軸5は、ガス圧縮等により発生する非常に大きな荷重で、ジャーナル軸受8の内面に押し付けられながら回転運動することになる。この主軸の回転により、ジャーナル軸受内部にはくさび形油膜が形成され、発生する油膜圧力の合力と荷重が釣り合うことで、主軸が支えられていた。主軸とジャーナル軸受内面の間に油膜が形成されることにより、主軸とジャーナル軸受内面が直接接触しない状態、すなわち潤滑状態は流体潤滑状態となり、大きな摩耗が発生することはなかった。

【0008】一般に、ジャーナル軸受部の摩擦係数は軸受特性を表わすゾンマーフェルト値Sと相関を有する。ゾンマーフェルト値Sは、潤滑油の粘性係数を μ 、主軸の回転数をN、軸径をD、軸受幅をL、軸受に作用する荷重をW、軸受隙間と軸径Dの比を ψ とすると、次の(数1)の式で表される。

【0009】

【数1】

$$S = \mu \cdot N \cdot D \cdot L / (W \cdot \psi)$$

【0010】流体潤滑状態ではゾンマーフェルト値Sが小さいほど摩擦係数が小さくなり、ジャーナル軸受における摺動損失も減少するため、ゾンマーフェルト値Sを減少させる設計を行い、圧縮機の機械損失の低減、高効率化を図っていた。しかしながら、ゾンマーフェルト値Sを減少させすぎると、形成される油膜厚さが減少し、潤滑状態が流体潤滑から混合潤滑、境界潤滑となり、主軸とジャーナル軸受内面が直接接触する状態が生じていた。

【0011】従来用いられてきた冷媒HCFC22は分子中に塩素原子を含むことにより極圧剤的潤滑効果を発揮し、耐摩擦、耐摩耗特性が非常に良かった。また、冷凍機油として用いてきた鉱物油は耐摩耗、耐焼付き性に優れた冷凍機油であった。このように、従来の冷媒、冷凍機油の潤滑性は高かった。このため、ジャーナル軸受部での潤滑状態が、流体潤滑状態から混合潤滑状態、境界潤滑状態に変化しても、大きな摩耗が発生し信頼性を損ねることはなかった。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】今後、地球環境、特にオゾン層保護および地球温暖化防止の観点から、空調機用冷媒を従来用いていた冷媒HCFC22から塩素原子を含まないハイドロフルオロカーボン(HFCs)冷媒あるいは炭化水素(HC)、二酸化炭素(CO2)などの自然冷媒に切り替える必要がある。しかしながら、このHFCs冷媒および自然冷媒は、分子中に塩素原子を含まないため極圧剤的潤滑効果が乏しく、耐摩耗・耐焼付き特性が非常に劣化する。そして、この際に使用する冷凍機油は、HFCs冷媒および自然冷媒に対して相溶性が必要との観点から、ポリオールエステル(POE)油の採用を検討している。この冷凍機油は、従来の鉱物油に比べて耐摩耗・耐焼付き特性が非常に劣化する。

【0013】このような潤滑性の乏しい過酷な摺動雰囲気下で、上記の従来の構成では、圧縮機の高効率化を目指して、油の粘性係数、主軸回転速度、軸受幅などを小さくし、あるいは軸受隙間を大きくして、すなわちゾンマーフェルト値Sを減少させることにより摩擦係数を低下させて、軸受の摺動損失を低減していた。しかしながら、ゾンマーフェルト値Sを減少させすぎると、形成される油膜厚さが減少し、潤滑状態が流体潤滑から混合潤滑、境界潤滑となり、摺動損失が増大するだけでなく、摩耗の増大を招き信頼性を損ねていた。

【0014】さらに、上記の従来の構成では、圧縮機構部が主軸を支えるジャーナル軸受から軸方向に突き出した構成であるため、可動スクロールに作用する荷重によって軸受にはモーメントが加わり、軸受内での軸の傾斜が生じていた。このため、荷重分布は軸受の軸方向に一

様ではなく、軸受端部で荷重が高くなる傾向があった。その結果、軸受端部近傍が主軸との直接接触により摩擦など表面損傷を起こしやすかった。そして、摺動損失および摩擦が増大し、圧縮機の効率を低下させるだけでなく信頼性も損ねていた。

【0015】本発明は上記従来の問題点を解決するもので、HFCs冷媒あるいは自然冷媒の摺動雰囲気下におけるジャーナル軸受部の摺動損失の低減による高効率化および高信頼性を可能とする圧縮機を提供することを目的とする。

【0016】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために請求項1の本発明は、密閉容器の内部に圧縮機構部と、前記圧縮機構部を駆動する主軸と、前記主軸を支えるジャーナル軸受部と、前記主軸に取り付けた回転子と前記密閉容器に取り付けた固定子を含む電動機をそれぞれ備え、前記ジャーナル軸受部の軸受特性を表わすゾンマーフェルト値 S を $S > 0.04$ としたことを特徴とする圧縮機である。

【0017】請求項2の本発明は、密閉容器の内部に圧縮機構部と、前記圧縮機構部を駆動する主軸と、前記主軸を支えるジャーナル軸受部と、前記主軸に取り付けた回転子と前記密閉容器に取り付けた固定子を含む電動機をそれぞれ備え、前記ジャーナル軸受部にカーボンブッシュ材あるいは樹脂ブッシュ材を用い、軸受端部に環状のスリットを設けたことを特徴とする圧縮機である。

【0018】請求項3の本発明は、密閉容器の内部に圧縮機構部と、前記圧縮機構部を駆動する主軸と、前記主軸を支えるジャーナル軸受部と、前記主軸に取り付けた回転子と前記密閉容器に取り付けた固定子を含む電動機をそれぞれ備え、前記ジャーナル軸受部に裏金付き樹脂複合軸受材あるいは裏金付きメタル軸受材を用い、軸受端部の裏金の板厚を軸受中央部より薄くしたことを特徴とする圧縮機である。

【0019】請求項4の本発明は、密閉容器の内部に圧縮機構部と、前記圧縮機構部を駆動する主軸と、前記主軸を支えるジャーナル軸受部と、前記ジャーナル軸受部を設置する軸受部品と、前記主軸に取り付けた回転子と前記密閉容器に取り付けた固定子を含む電動機をそれぞれ備え、前記ジャーナル軸受部にカーボンブッシュ材あるいは樹脂ブッシュ材を用い、軸受端部の前記カーボンブッシュ材あるいは樹脂ブッシュ材の板厚を軸受中央部より薄くし、軸受端部で前記ジャーナル軸受部と軸受部品の間に隙間を設けたことを特徴とする圧縮機である。

【0020】また、請求項5の本発明は、ジャーナル軸受部の軸受特性を表わすゾンマーフェルト値 S を $S > 0.04$ とした請求項2あるいは4記載の圧縮機である。

【0021】

【発明の実施の形態】以下、本発明のいくつかの実施の

形態について、図面を参照しながら説明する。

【0022】（実施の形態1）図1は本発明の第1の実施の形態における圧縮機用ジャーナル軸受の要部断面図である。ここで図1に示す圧縮機用ジャーナル軸受は、スクロール圧縮機の主軸のジャーナル軸受であるため、ジャーナル軸受部以外の圧縮機の構成は、図7で詳述した従来のスクロール圧縮機と同様な構成であり、同一機能部品については同一番号を使用する。また、従来例と同一の構成および作用の説明は省くことにする。

10 【0023】ジャーナル軸受25は軸受部品4に環状のカーボンブッシュ材26を焼き嵌めし固定している。カーボンブッシュ材は、リング状に成形し焼結したカーボン素材にPb、Sb、Sn、Cuなどの金属元素を含浸させた後、摺動表面を研削、研磨して仕上げたものである。環状のカーボンブッシュ材26の肉厚は3.5mmとした。主軸5および軸受部品4にはネズミ鋳鉄材FC250を用い、主軸5の摺動部には高周波焼入れを行い表面硬度を高めている。

20 【0024】そして、本発明の圧縮機用ジャーナル軸受は、軸受の仕様（例えば軸径 $D=33\text{mm}$ 、軸受幅 $L=15.8\text{mm}$ 、隙間比 $\psi=0.002$ ）を選定することにより、スクロール圧縮機の各種運転条件におけるジャーナル軸受のゾンマーフェルト値 S を、 $S > 0.04$ になる構成にした。

30 【0025】次に上記構成からなる圧縮機用ジャーナル軸受の作用を説明する。固定スクロール（図示せず）に対して可動スクロール2bを自転しないように旋回運動させることにより、固定スクロールと可動スクロール2bの間に形成される複数の圧縮空間が外側から内側へ向かって次第に縮小させられ圧縮が行われる。圧縮されたガスは高压ガスとなる。この高压のガス圧力の径方向成分および慣性力等のため可動スクロールには径方向の荷重が作用する。この荷重は、偏心軸受6を介してジャーナル軸受25で支持される。

40 【0026】このように、鋳鉄材料から成る主軸5は、ガス圧縮等により発生する非常に大きな荷重で、ジャーナル軸受25の内面に押し付けられながら回転運動するため、この主軸の回転により軸受内部に形成される油膜の厚さが薄くなり、潤滑状態が非常に過酷となり、主軸とジャーナル軸受内面が直接接触する状態、すなわち混合潤滑あるいは境界潤滑状態に移行しやすい。

【0027】しかしながら、本実施形態では、スクロール圧縮機の各種運転条件におけるジャーナル軸受25のゾンマーフェルト値 S を、 $S > 0.04$ としたものであるため、次に述べるような作用が生じる。

【0028】発明者らは、上記のような構成もしくは手段によって得られる新事実、作用を以下に述べる実験に基づき確認した。

50 【0029】冷媒（HFC134a）および冷凍機油（アルキルベンゼン油）の共存雰囲気中で、ジャーナル

軸受試験を行った。軸の回転数および冷凍機油粘度を変化させ、軸受の摩擦係数 f と隙間比 ψ の比 f/ψ とゾンマーフェルト数 S の相関を評価した。軸およびジャーナル軸受の材料にはネズミ鋳鉄材を用い、それぞれの摺動面の表面粗さは圧縮機の軸およびジャーナル軸受と同一とした。

【0030】図2に上記実験から得られた軸受の摩擦係数 f と隙間比 ψ の比 f/ψ とゾンマーフェルト数 S の関係を示す。なお、図2では、実験結果を丸印で、流体潤滑の理論解析結果を実線で示した。また、実験結果を表す丸印に付いている矢印 \uparrow は、定常的な摩擦係数が得られず、試験中に摩擦係数が急激に上昇した場合を表す。この結果から、ゾンマーフェルト数 S が $S < 0.04$ となった場合には、潤滑状態は流体潤滑状態から逸脱し、摩擦係数が急激に上昇する事が解った。すなわち、潤滑状態が混合潤滑および境界潤滑状態に移行したのである。ゾンマーフェルト数 S が $S > 0.04$ の場合には、潤滑状態は流体潤滑状態に近い状態であり、摩擦係数が低い、すなわちジャーナル軸受での摺動損失が小さいことが解った。

【0031】以上のことから、本実施形態によれば、潤滑性の乏しい代替冷媒とそれに対応した冷凍機油を用いた場合でも、摩耗発生により信頼性を損なうことなく、ジャーナル軸受での摺動損失を減少させ、圧縮機の効率を著しく高めることが可能となる。

【0032】なお、上記第1の実施の形態では、スクロール圧縮機用のジャーナル軸受の構成を示したが、レシプロ圧縮機およびロータリー圧縮機など、他の圧縮機のジャーナル軸受でも、同様な効果が得られることは言うまでもない。

【0033】また、本実施形態では冷媒としてHFC134aを、冷凍機油には冷媒HFC134aに対して溶解度が乏しいアルキルベンゼン油（粘度 $31.3\text{ mm}^2/\text{s}$ @ 40°C ）を用いている。このように、冷媒に対して溶解度の低い冷凍機油を用いることにより、主軸と軸受の隙間に形成される油膜が冷媒に溶解しにくいいため洗い流されにくくなる。さらに、冷媒に溶解しにくいいため潤滑油の粘度もほとんど低下しない。したがって、油膜が切れ、主軸とジャーナル軸受内面が直接接触することがなくなるため、摺動損失および信頼性を向上できる。

【0034】なお、冷凍機油としてHFCs冷媒に対して溶解性が乏しい鉱油（粘度 $32\text{ mm}^2/\text{s}$ @ 40°C ）を用いた場合でも、同様な効果が得られる。

【0035】また、冷凍機油としてHFCs冷媒に対して相溶するエステル油もしくはエーテル油を用いた場合でも、本実施形態のジャーナル軸受を採用することにより、摺動損失を低減でき、信頼性を著しく向上できることは言うまでもない。

【0036】さらに、冷媒としてHC冷媒を、冷凍機油にはHC冷媒に対して溶解性の高い鉱油もしくはアルキ

ルベンゼン油を用いた場合、冷凍機油の粘度低下が著しく、ジャーナル軸受の摺動条件が一層過酷となるが、本実施形態の圧縮機用ジャーナル軸受を採用することにより、耐摩耗性を向上させることが可能であり、高い信頼性を得ることができる。冷媒としてCO₂冷媒を用いた場合には、軸受に作用する荷重が非常に大きくなるためジャーナル軸受の摺動条件が一層過酷となるが、本実施形態の圧縮機用ジャーナル軸受を採用することにより、同様の効果が得られる。

10 【0037】（実施の形態2）以下、本発明の第2の実施の形態について図面を参照しながら説明する。

【0038】図3は本発明の第2の実施の形態における圧縮機用ジャーナル軸受のブッシュ材の縦断面図である。第1の実施の形態では環状のカーボンブッシュ材を用いたが、本実施の形態では、ポリイミド系樹脂のブッシュ材27の軸受両端部に環状のスリット28を設けている。ポリイミド系樹脂のブッシュ材27の内外径寸法、軸受幅は第1の実施の形態で用いたブッシュ材と同一である。肉厚3.5mmの環状ポリイミド系樹脂のブッシュ材27の両端部に、厚さ1mm、深さ2mmの環状スリット28を形成している。さらに、本実施の形態では、軸受の仕様（例えば軸径 $D=33\text{ mm}$ 、軸受幅 $L=15.8\text{ mm}$ 、隙間比 $\psi=0.002$ ）を選定することにより、スクロール圧縮機の各種運転条件におけるジャーナル軸受のゾンマーフェルト値 S を、 $S > 0.04$ になる構成にしている。

【0039】このように、ジャーナル軸受の軸受両端部に環状のスリット28を設けた構成としたため、軸受端部での軸受部の剛性が低下する。したがって、主軸にモーメントが加わり軸受内での主軸の傾斜が生じ、荷重分布が軸受端部で大きくなった場合には、軸受端部のブッシュ材が変形することによって、主軸と軸受ブッシュの接触応力を減少させることが可能となる。このため、軸受端部近傍が主軸と直接接して表面損傷するようなことはなく、流体潤滑状態を保つことができる。さらに、ジャーナル軸受のゾンマーフェルト値 S を、 $S > 0.04$ になる構成としているため、ジャーナル軸受全領域で潤滑状態を流体潤滑状態とすることができる。したがって、摩擦係数が低く、摺動損失が小さいジャーナル軸受を実現できる。

【0040】なお、環状のカーボンブッシュ材の軸受両端部に環状のスリットを設けた場合にも、同様の効果が得られることは言うまでもない。

【0041】さらに、本実施の形態では、ブッシュ材にポリイミド系樹脂のブッシュ材を用いたため、前述の実施の形態のカーボンブッシュ材に比べ脆くなくなり、ブッシュ材端部の欠けがなくなるとともに、ブッシュ材を軸受部品4に圧入する事が可能となり、生産性が非常に高まる。すなわち、工法上非常に容易に低摺動損失、高信頼性のジャーナル軸受を実現できる。

【0042】（実施の形態3）以下、本発明の第3の実施の形態について図面を参照しながら説明する。

【0043】図4は本発明の第3の実施の形態における圧縮機用ジャーナル軸受のブッシュ材の縦断面図である。第1の実施の形態と異なるのは、ジャーナル軸受部に裏金付き樹脂複合軸受材29を用い、軸受両端部の裏金30の厚さを中央部より薄くした点である。裏金付き樹脂複合軸受材29は、板厚さ1.35mmの鋼板を裏金30に用い、その鋼板上に多孔質焼結層31および樹脂層32を形成したものである。そして、軸受両端部の裏金30の厚さは0.65mmとして、1.35mm厚さの裏金中央部からテーパ状に、裏金30の板厚を減少させている。

【0044】さらに、本実施の形態では、軸受の仕様（例えば軸径D=33mm、軸受幅L=15.8mm、隙間比 $\psi=0.002$ ）を選定することにより、スクロール圧縮機の各種運転条件におけるジャーナル軸受のゾンマーフェルト値Sを、 $S>0.04$ になる構成にしている。

【0045】このように、裏金付き樹脂複合軸受をジャーナル軸受材として用い、軸受両端部の裏金の板厚を薄くした構成としたため、軸受端部での軸受部の剛性が低下する。したがって、主軸にモーメントが加わり軸受内での主軸の傾斜が生じ、荷重分布が軸受端部で大きくなった場合には、軸受端部のブッシュ材が変形することによって、主軸と軸受ブッシュの接触応力を減少させることが可能となる。このため、軸受端部近傍が主軸と直接接触して表面損傷するようなことはなく、流体潤滑状態を保つことができる。さらに、ジャーナル軸受のゾンマーフェルト値Sを、 $S>0.04$ になる構成としているため、ジャーナル軸受全領域で潤滑状態を流体潤滑状態とすることができる。したがって、摩擦係数が低く、摺動損失が小さいジャーナル軸受を実現できる。

【0046】さらに、ブッシュ材に裏金付き樹脂複合軸受を用いたため、ブッシュ材の量産が容易となるため、軸受コストが非常に安くなる。ブッシュ材を軸受部品に圧入でき生産性が非常に高まることは言うまでもない。以上のことから、工法上非常に容易にしかも低コストで低摺動損失、高信頼性のジャーナル軸受を実現できる。

【0047】本実施の形態では、裏金付き樹脂複合軸受材をブッシュ材に用いた場合について説明したが、これに限らず例えば、裏金を有する裏金付きメタル軸受材の場合でも同様な効果が得られる。また、本実施の形態では、裏金中央部からテーパ状に、裏金30の板厚を減少させたが、ステップ状に減少させる構成であっても勿論良い。さらに、裏金付き樹脂複合軸受材が、裏金上に形成した多孔質焼結層31中に樹脂層32を含浸した層を形成したものであっても勿論良い。

【0048】（実施の形態4）以下、本発明の第4の実施の形態について図面を参照しながら説明する。

【0049】図5は本発明の第4の実施の形態における圧縮機用ジャーナル軸受の要部断面図、図5は本発明の第4の実施の形態における圧縮機用ジャーナル軸受のブッシュ材の縦断面図である。第2、第3の実施の形態と異なるのは、ジャーナル軸受33にポリイミド系樹脂のブッシュ材34を用い、軸受両端部の樹脂厚さを中央部より薄くした点である。ポリイミド系樹脂のブッシュ材33は、中央部の厚さは樹脂厚さ3.5mmであり、軸受端部方向に樹脂厚さをテーパ状に減少させている。このブッシュ材33を軸受部品4に圧入し固定取り付けしている。ブッシュ材33は軸受両端部の樹脂厚さを中央部より薄くした構成であるため、軸受両端部では軸受部品4とブッシュ材33の外周面の間に隙間35が形成される。

【0050】さらに、本実施の形態では、軸受の仕様（例えば軸径D=33mm、軸受幅L=15.8mm、隙間比 $\psi=0.002$ ）を選定することにより、スクロール圧縮機の各種運転条件におけるジャーナル軸受のゾンマーフェルト値Sを、 $S>0.04$ になる構成にしている。

【0051】このように、ポリイミド系樹脂のブッシュ材をジャーナル軸受材として用い、軸受両端部の樹脂厚さを薄くした構成としたため、軸受端部での軸受部の剛性が低下する。したがって、主軸にモーメントが加わり軸受内での主軸の傾斜が生じ、荷重分布が軸受端部で大きくなった場合には、軸受端部のブッシュ材が変形することによって、主軸と軸受ブッシュの接触応力を減少させることが可能となる。このため、軸受端部近傍が主軸と直接接触して表面損傷するようなことはなく、流体潤滑状態を保つことができる。さらに、ジャーナル軸受のゾンマーフェルト値Sを、 $S>0.04$ になる構成としているため、ジャーナル軸受全領域で潤滑状態を流体潤滑状態とすることができる。したがって、摩擦係数が低く、摺動損失が小さいジャーナル軸受を実現できる。

【0052】さらに、第2の実施の形態に比べ、本実施の形態では、軸受材料の加工が容易になるため、生産性が非常に高まることは言うまでもない。

【0053】以上のことから、工法上非常に容易にしかも低コストで低摺動損失、高信頼性のジャーナル軸受を実現できる。

【0054】なお、ブッシュ材として環状のカーボンブッシュ材を用いた場合、さらにはポリイミド系樹脂以外の軸受用樹脂材料を用いた場合にも、同様の効果が得られることは言うまでもない。

【0055】

【発明の効果】以上述べたところから明らかなように本発明は、分子中に塩素原子を含まず耐摩耗特性の乏しいHFCs冷媒あるいは自然冷媒などを用いても、圧縮機のジャーナル軸受部での直接接触による摩耗などの表面損傷を起こすことなく摺動損失を低減させることが可能

となり、効率および信頼性が高い圧縮機を提供できるという長所を有する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態における圧縮機用ジャーナル軸受の要部断面図

【図2】ジャーナル軸受試験結果を表す図

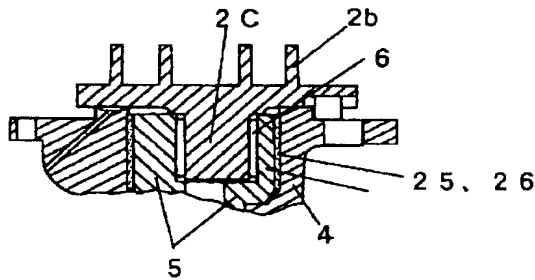
【図3】本発明の第2の実施の形態における圧縮機用ジャーナル軸受のブッシュ材の縦断面図

【図4】本発明の第3の実施の形態における圧縮機用ジャーナル軸受のブッシュ材の縦断面図

【図5】本発明の第4の実施の形態における圧縮機用ジャーナル軸受の要部断面図

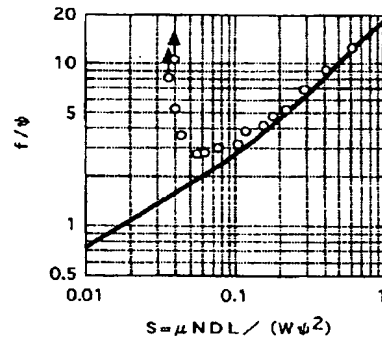
【図6】本発明の第4の実施の形態における圧縮機用ジャーナル軸受のブッシュ材の縦断面図

【図1】

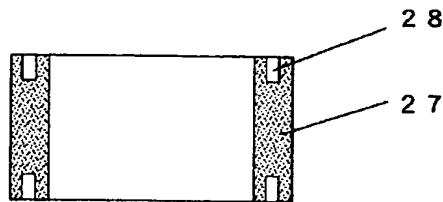


5 : 主軸
25 : ジャーナル軸受
26 : カーボンブッシュ材

【図2】

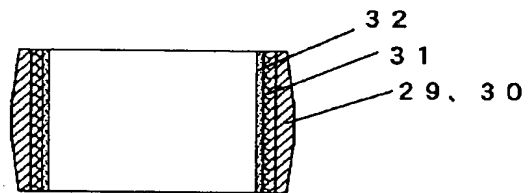


【図3】



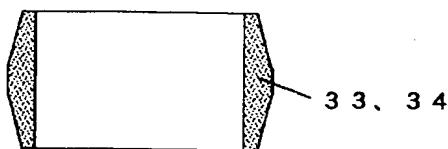
27 : ポリイミド系樹脂のブッシュ材
28 : 環状のスリット

【図4】

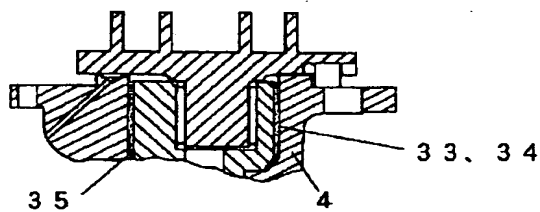


29 : 裏金付き樹脂複合軸受材
30 : 裏金
31 : 多孔質焼結層
32 : 樹脂層

【図6】

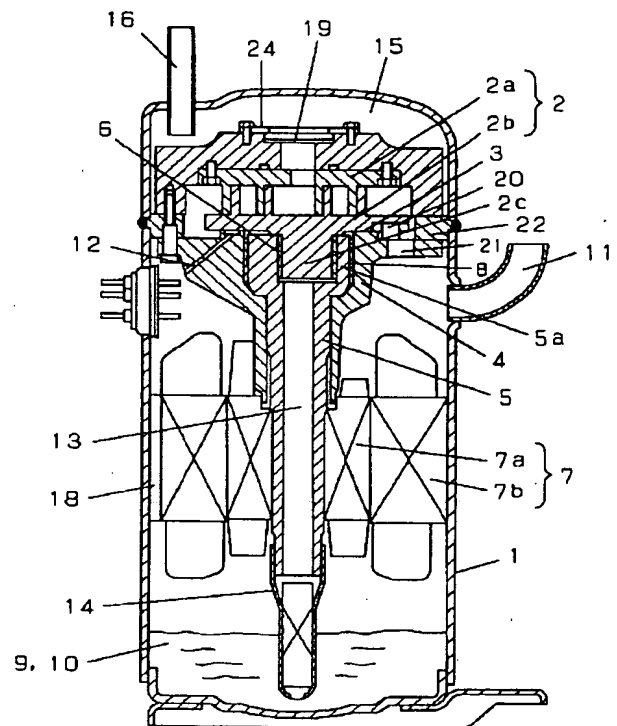


【図5】



33: ジャーナル軸受
 34: ポリイミド系樹脂のブッシュ材
 35: 軸

【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 松尾 光晴
 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
 産業株式会社内
 (72)発明者 岡座 典穂
 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
 産業株式会社内

F ターム(参考) 3H003 AA01 AB03 AC03 AD01 AD02
 AD03 BD02 BD09 CA02
 3H029 AA02 AA14 AB03 BB44 CC18
 CC38 CC39 CC40
 3H039 AA03 AA04 BB04 CC02 CC03
 CC10 CC35
 3J011 CA01 CA04 LA01 QA04 QA05
 SC01 SE02